

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 81 (1989)
Heft: 10

Artikel: Talsperren : Kriterien für die Notfallstrategie im Hochwasserfall
Autor: Flury, Karl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940512>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Talsperren – Kriterien für die Notfallstrategie im Hochwasserfall

Karl Flury

1. Einleitung

Für Talsperren in der Schweiz trägt gemäss Art. 9 der Talsperrenverordnung [1] der Werkeigentümer Haftpflicht und Verantwortung bei durch diese Bauwerke verursachten Schadensfällen. Dies betrifft auch Extremhochwässer. Mit der Änderung der Talsperrenverordnung vom 27. November 1985 [2] sind die in Gefahrensituationen zu ergreifenden Massnahmen geregelt.

Das Sicherheitskonzept für Talsperren in der Schweiz ist auf den drei Säulen abgestützt [3]:

- der konstruktiven Sicherheit,
- der Überwachung und
- dem Alarmkonzept.

Obwohl unsere Talsperren nach letztem Stand von Wissenschaft und Technik gebaut und überwacht werden, sind sich alle Beteiligten, die Werkeigentümer und ihre Ingenieure sowie die Oberaufsichtsbehörde, bewusst, dass Ereignisse eintreten können, die nicht vorhersehbar sind und die die Auslegungsgrössen überschreiten. Besteht bei solchen Ereignissen die Gefahr, dass die Sperre ganz oder teilweise brechen könnte, sieht die dritte Säule des Sicherheitskonzepts die Alarmierung vor, damit die betroffene Bevölkerung aus dem Gefahrenbereich flüchten kann.

Bei einem extremen Hochwassereignis, das eine Alarmierung der Bevölkerung notwendig macht, steht keine Zeit für Abklärungen und Rückfragen zur Verfügung. Daher müssen die erforderlichen Sofortmassnahmen festgelegt sein. Ein Alarmkonzept umfasst eine Notfallstrategie und Vorbereitungen planerischer, organisatorischer und materieller Natur [4].

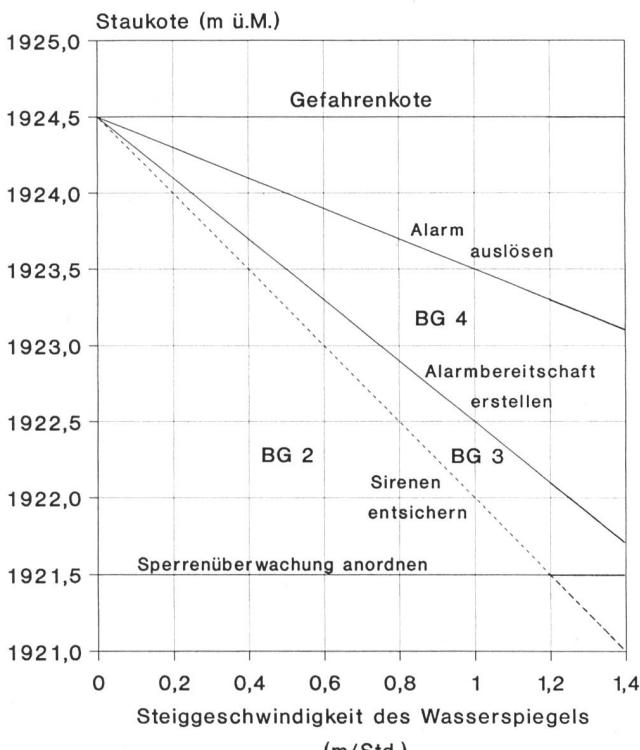


Bild 1. Formular zur Notfallstrategie im Hochwasserfall mit der Erklärung der Begriffe. BG = Bereitschaftsgrad.

2. Strategie

Für die Notfallstrategie ist der Hochwasserfall massgebend, bei dem ein Bruch oder Teilbruch der Sperre und als Folge davon eine Flutwelle nicht mehr mit Sicherheit vermeidbar ist. Die Strategie verlangt nun grundsätzlich, dass ein sich allenfalls anbahnender Bruch oder Teilbruch einer Talsperre erkannt werden kann, damit die zum Schutz der Unterlieger erforderlichen Massnahmen frühzeitig genug ergriffen werden können.

Das Bundesamt für Wasserwirtschaft hat Unterlagen und ein Standardformular für die Notfallstrategie im Hochwasserfall [5] herausgegeben, das sich in der Praxis bewährt hat. Folgendes muss für die Notfallstrategie definiert und sichergestellt werden (Bild 1):

- Die Gefahrenkote, d. h. der Speicherspiegel, bei dem die Sperre voraussichtlich versagen wird, muss definiert sein.
- Frühzeitig vor Erreichen dieses Zustandes (normalerweise eine Stunde vorher) muss die direkt betroffene Bevölkerung alarmiert werden. Dazu dienen Sirenen, und zwar Wasseralarm- oder Zivilschutzsirenen.
- Damit ein Wasseralarm ausgelöst werden kann, muss der Bereitschaftsgrad (BG) 4, die Alarmierungsbereitschaft, erstellt sein. BG 4 ist normalerweise eine Stunde vor einem Alarm, also zwei Stunden vor einem allfälligen Bruch der Sperre anzurufen.
- In Friedenszeiten sind die Wasseralarmsirenen gesichert. Daher sind die Sirenen genügend frühzeitig vor einem möglichen Alarm zu entsichern. Entsprechend der Zugänglichkeit zu den Sirenen ist vorsorglich der BG 3, die Entsicherung der Sirenen, anzurufen.
- Alle bisher erwähnten Massnahmen stehen in zeitlicher Abhängigkeit zum möglichen Anstieg des Speichers auf die Gefahrenkote. Eine zuverlässige Wasserspiegelüberwachung ist also unerlässlich. Absolute Sicherheit bei der Überwachung der Speicherkoten ist allerdings nur vor Ort, bei der Sperre selbst, möglich. Daher ist eine Sperre bei drohendem Extremhochwasser zu besetzen, und die zu treffenden Massnahmen sind von dort aus anzurufen.

Aus der Notfallstrategie im Hochwasserfall ergibt sich eine Folge von zeitlich gestaffelten Massnahmen. Als Messgrössen für die zeitliche Festlegung der einzelnen Massnahmen und insbesondere der Alarmauslösung stehen eigentlich nur die Speicherkote und die Steiggeschwindigkeit des Wasserspiegels im Speicher zur Verfügung. Diese Kenngrössen sind daher (im Hochwasserfall) regelmässig zu registrieren. Zu Beginn eines Ereignisses erfolgt dies durch das Personal der Betriebswarte, ab der Bemannung der Talsperre durch das Überwachungspersonal. Derjenige, der diese Massnahmen selbstständig anordnen muss, steht dann sicher unter Stress. Darum müssen sowohl in der Betriebswarte wie auch bei der Talsperre Hilfsmittel vorhanden sein. Es sind dies eine Tabelle für das Erfassen des Wasserstandes und die Ermittlung der Geschwindigkeit des Wasserspiegelanstiegs sowie eine graphische Übersicht über die zu ergreifenden Massnahmen (Bild 2).

Die Strategie geht davon aus, dass von der aktuellen Speicherkote aus mit der aktuellen Steiggeschwindigkeit des Wasserspiegels auf das Erreichen der Gefahrenkote hochgerechnet werden darf. Dabei nimmt man an, dass die Steiggeschwindigkeit konstant bleibt. Dies ist zwar nicht sehr genau, ist aber eine vernünftige Annahme. Die Kapazität der Hochwasserentlastung nimmt einerseits mit steigender Speicherkote überproportional zu. Auf der andern Seite

WICHTIGE HINWEISE:
AB KOTE 1862,00 m.u.m. MIT STEIGENDER TENDENZ SIND DIE WERTE H UND VH
ALLE 60 MINUTEN ZU ERMITTLEN
AB KOTE 1863,00 m.u.m. ODER NACH ANORDNUNG DES BG3 SIND DIE WERTE
H UND VH ALLE 30 MINUTEN ZU ERMITTLEN

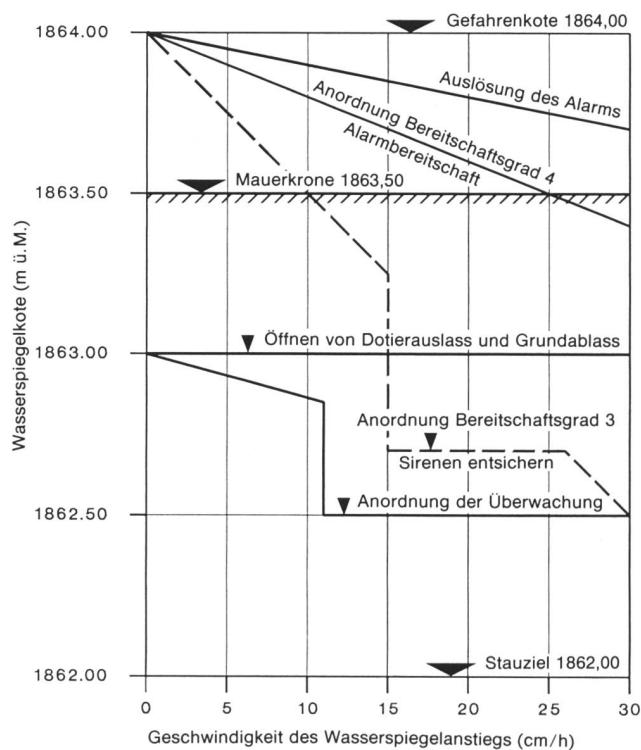


Bild 2. Oben: Tabelle zur Ermittlung der Wasserspiegelkoten und der Geschwindigkeit des Wasserspiegelanstiegs. Unten: Formular für die Notfallstrategie im Hochwasserfall für das Beispiel des Staubeckens Zervreila.

ist der ansteigende Ast eines Hochwasserhydrographen auch durch eine exponentielle Form, also einen überproportionalen Anstieg charakterisiert.

3. Abklärungen und Planung

Die Notfallstrategie und die Planung der damit zusammenhängenden Massnahmen erfordern Studien und Abklärungen.

Gefahrenkote

Als Gefahrenkote wird diejenige Reservoirkote bezeichnet, bei der mit einem Bruch oder Teilbruch der Sperre gerechnet werden muss.

Bei Staudämmen muss grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass ein Überströmen des Dammkerns oder mindestens der Dammkrone zu einer gefährlichen Situation führen kann. Bei Staumauern kann eine Überflutung der Sperre in Kauf genommen werden, solange die Kippsicherheit der Talsperre gewährleistet ist und ein allfälliger Kolk am Sperrenfuss infolge des Überfalls über die Sperre deren Standsicherheit nicht beeinträchtigt. Bei der Festlegung der Gefahrenkote ist der Bundesexperte des Werkeigentümers beizuziehen.

Messung der Speicherkote

Für die Notfallstrategie ist es unerlässlich, dass die Bewegung der Speicherkote sicher beobachtet werden kann. Dies setzt eine Messeinrichtung für den Wasserspiegel voraus, die auch bei extremen Witterungsverhältnissen zuverlässig ist und die über die Gefahrenkote hinausreicht. Der aktuelle Speicherstand muss sowohl in der Betriebswarte wie auch bei der Sperre selbst registriert werden können.

Massgebender Hydrograph

Der Zeitpunkt der einzelnen Massnahmen hängt vom zeitlichen Ablauf des massgebenden Hochwassers ab. Mit den üblichen Verfahren ist die 1000jährige Hochwasserwelle festzulegen. Um im Arbeitsmodell die Gefahrenkote zu erreichen, werden der Spitzenabfluss und – insbesondere bei grossen Einzugsgebieten – die Dauer dieses Bemessungshochwassers vergrössert. Daraus resultieren das Histogramm der Speicherkote und der massgebende Ausflusshydrograph.

Entsichern der Sirenen

Der Zeitaufwand für die Entsicherung der Sirenen muss überprüft werden. Im weitern ist abzuschätzen, ob und wie lange in einem extremen Hochwasserfall der Zugang zu den Sirenen gewährleistet ist.

Normalerweise ist für die Entsicherung eine Stunde erforderlich. Somit muss also mindestens eine Stunde vor einem notwendigen Alarm resp. mindestens zwei Stunden vor einem möglichen Erreichen der Gefahrenkote die Entsicherung der Alarmsirenen angeordnet und durchgeführt werden. Sind zum Entsichern der Sirenen kritische Flüsse zu überqueren, sind auch deren Hydrographen zu untersuchen. Muss mit einem Unterbruch der Zugangswege zu den Sirenen gerechnet werden, ist die Entsicherung der Sirenen entsprechend früher anzusetzen.

Zugang zur Sperre

Der Zeitaufwand für die Mobilisierung der mit der Überwachung vor Ort beauftragten Mitarbeiter und für den Zugang zur Sperrre darf nicht unterschätzt werden. Auch hier muss damit gerechnet werden, dass in einem extremen Hochwasserfall die Zugangswege nicht mehr überall passierbar sind. Mit der Benützung von Seilbahnen darf nicht gerechnet werden. Auch wird kein Helikopter eingesetzt werden können. Entsprechend der zu erwartenden Hochwasserwelle ist das Überwachungspersonal frühzeitig genug aufzubieten.

Organisation

Im extremen Hochwasserfall müssen verschiedene Massnahmen an verschiedenen Orten durchgeführt werden.

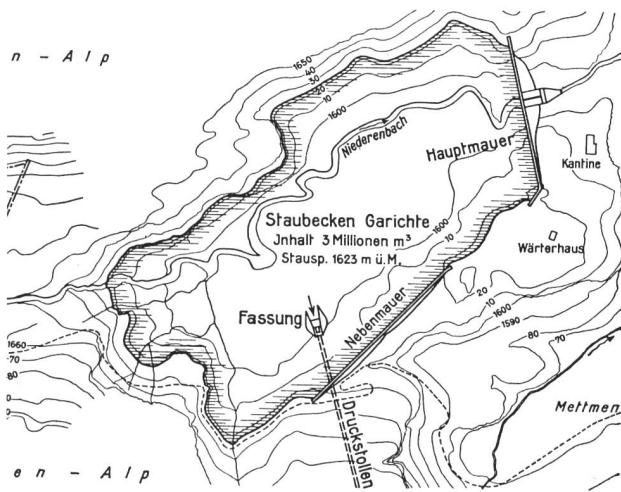


Bild 3. Situation des Staubeckens Garichte der Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG. Aus «Schweizerische Bauzeitung» Band 106, 24. August 1935, S. 85.

Eine Erfahrung aus den Unwettern im Sommer 1987 ist, dass gerade bei solchen Verhältnissen die Verbindungsmitte ausfallen können. Es kann daher nicht damit gerechnet werden, dass ein Einsatzleiter allen Beteiligten und jederzeit Anweisungen erteilen kann. Die einzelnen Massnahmen müssen daher im voraus organisiert und geübt werden, damit der einzelne Mitarbeiter ohne weitere Instruktion seine Aufgabe erfüllen kann.

Alarmauslösung

Die Kompetenz, Alarm auszulösen, liegt grundsätzlich bei den eidgenössischen und kantonalen Instanzen. Da der Instanzenweg im Falle eines Hochwasserereignisses viel zu langwierig ist, hat Art. 29quater der Änderung der Talsperrenverordnung [2] diese Kompetenz dem Werkeigentümer übertragen. Und hier liegt für den Werkeigentümer die grosse Verantwortung und die Motivation, sich ernsthaft und immer wieder mit der Notfallstrategie zu beschäftigen.

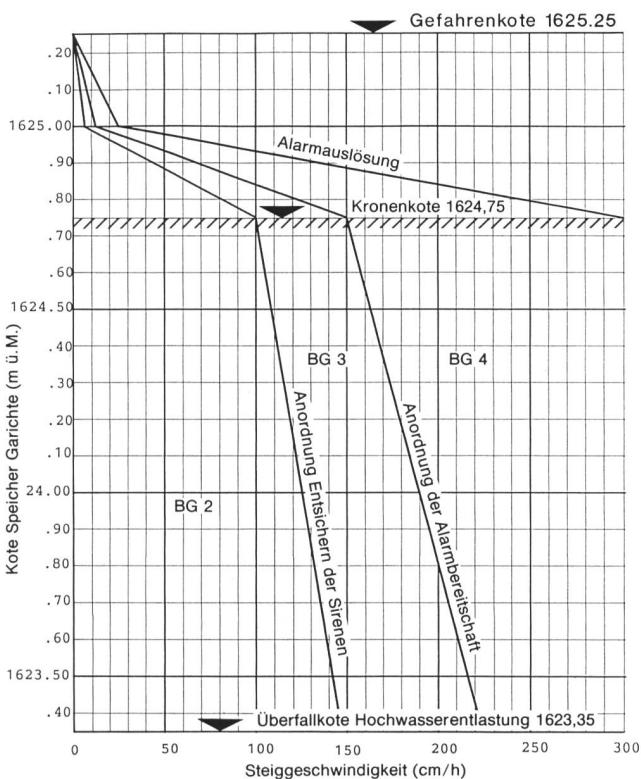


Bild 4. Staubecken Garichte im Glarnerland, Formular für die Notfallstrategie im Hochwasserfall.

4. Sonderfälle

Jede Talsperre ist bezüglich Auslegung, Projektierung und Überwachung ein Einzelfall. Sie ist auch ein Einzelfall bezüglich Notfallstrategie. Die beschriebenen Massnahmen sind somit im Rahmen des grundsätzlichen Konzepts sinngemäß anzuwenden.

Im folgenden wird ein Beispiel aufgeführt, bei dem einige Sonderlösungen gesucht werden mussten. Es handelt sich um die Stauanlage Garichte der Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG [6] (Bild 3).

Im Hinblick auf die Notfallstrategie im Hochwasserfall hat die Stauanlage Garichte folgende Besonderheiten:

- Das Einzugsgebiet ist mit $7,8 \text{ km}^2$ klein. Infolgedessen muss mit einem sehr schnellen Ablauf eines Hochwasserereignisses gerechnet werden.
- Die Stauanlage Garichte besteht aus zwei Gewichtsmauern, deren Untergrundverhältnisse günstig sind. Damit kann im Extremfall ein limitiertes Überfluten der Sperren akzeptiert werden. Beim Überfluten der im Verhältnis zur Hochwasserentlastungsanlage langen Mauern vergrössert sich die Entlastungskapazität sehr stark. Die Entlastungsmenge über die Mauerkrone beträgt bereits bei 50 cm Überstau das Dreifache der Kapazität der Hochwasserentlastung.

Schneller Ablauf des Hochwasserereignisses

Für den Zugang zur Sperre Garichte, der bei einem Hochwasser mit Sicherheit grösstenteils zu Fuss getätigten muss, werden etwa vier Stunden benötigt. Der möglicherweise sehr schnelle Ablauf eines Hochwasserereignisses macht es daher mit grosser Wahrscheinlichkeit unmöglich, die Sperre zu erreichen, um allfällige Massnahmen vor Ort einzuleiten.

In diesem Fall ist die zuverlässige Übertragung der Speicherkoten-Messdaten in die Betriebswarte in der Zentrale Schwanden von ausschlaggebender Bedeutung. Diese Datenübertragung muss daher redundant ausgeführt werden.

Formular zur Notfallstrategie

Die generelle Annahme, dass von der aktuellen Speicherkote und der aktuellen Steiggeschwindigkeit auf das Erreichen der Gefahrenkote gerechnet werden kann, hat bei der Garichte nicht zu sinnvollen Resultaten geführt. So müssten bei jedem Anspringen der Hochwasserentlastung die Sirenen entsichert werden. Und der Hochwasseralarm müsste bereits dann ausgelöst werden, wenn der Wasserspiegel die Kronenkote der Sperren noch bei weitem nicht erreicht hat.

Der Einfluss der sehr stark ansteigenden Entlastungskapazität bei Überfluten der Sperren wurde untersucht, indem extrem grosse Hochwasserwellen mit unterschiedlicher Anlaufzeit durchgerechnet wurden. Durch diese Simulation konnte festgestellt werden, dass die maximale Steiggeschwindigkeit des Wasserspiegels sich einstellt, wenn die Kronenkote erreicht wird. Steigt der Speicher um 25 cm über die Kronenkote, bildet sich die Steiggeschwindigkeit kontinuierlich auf 10% der maximalen Steiggeschwindigkeit zurück und bleibt bei weiter steigender Speicherhöhe konstant bei 10% der maximalen Steiggeschwindigkeit. Dieses Phänomen führte zu geknickten Leitlinien für die Anordnung der verschiedenen Massnahmen bei Speicherhöhen oberhalb der Sperrenkrone (Bild 4).

Bei der Garichte wäre ein Zufluss von $380 \text{ m}^3/\text{s}$ erforderlich, damit die Gefahrenkote überhaupt erreicht wird. Das 1000jährige Hochwasser für die Sperre Garichte wurde mit $73 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt, ist also mehr als fünfmal kleiner als der Zufluss, der nötig wäre, um die Sperren zu gefährden.

5. Schlussbemerkungen

Es liegt in der Verantwortung jedes Werkeigentümers, dass er sich damit auseinandersetzt, welche Gefahren sein Bauwerk bei extremen Bedingungen in sich birgt. Und die Bevölkerung hat ein Recht darauf, zu wissen, dass Vorkehrungen auch für einen solchen Fall getroffen wurden.

Die schweizerische Praxis bei der Auslegung von Hochwasserentlastungsanlagen für Talsperren verlangt, dass das Auslegungshochwasser unter Einhaltung eines angemessenen Restfreibords sicher abgeführt werden kann. Im Rahmen der Notfallstrategie ist derjenige Zufluss zu ermitteln, der ein Ansteigen des Speichers auf die Gefahrenkote verursachen würde. Es ist beruhigend, feststellen zu können, dass zwischen dem Zufluss, der möglicherweise zum Versagen der Sperre führen könnte, und dem Auslegungshochwasser normalerweise – und das Beispiel Garichte belegt es eindrücklich – eine recht grosse Sicherheitsreserve vorhanden ist.

Literatur

- [1] Vollziehungsverordnung zu Artikel 3bis des Bundesgesetzes betreffend die Wasserbaupolizei (Talsperrenverordnung) vom 9. Juli 1957, SR 721.102^{bis}
- [2] Talsperrenverordnung, Änderung vom 27. November 1985.
- [3] Rudolf Biedermann: Zur Hochwassersicherheit von Talsperren. «wasser, energie, luft», Heft 7/8, 1986.
- [4] Rudolf Biedermann: Sicherheit von Hochwasserrückhaltebecken – schweizerisches Sicherheitskonzept «Wasserwirtschaft» 78 (1988) 1.
- [5] Bundesamt für Wasserwirtschaft: Notfallstrategie im Hochwasserfall. 4. August 1987.
- [6] Kraftwerke Sernf-Niederlenbach AG: Stauanlage Garichte, Wasser-alarmkonzept. März 1989, Colenco AG, nicht veröffentlicht.

Adresse des Verfassers: Karl Flury, dipl. Ing. ETHZ, Projektleiter, Colenco AG, Parkstrasse 27, Postfach, CH-5401 Baden.

Vortrag, den der Verfasser an der Studentenkonferenz zum Thema «Ablassorgane von Stauanlagen» am 14. September 1989 in Lugano gehalten hat. Die Tagung wurde von der Arbeitsgruppe für Talsperrenbeobachtung des schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren durchgeführt.

Nutzung der Wasserkraft im Freilichtmuseum Ballenberg

Das seit 10 Jahren der Schweizer Bevölkerung zugängliche Freilichtmuseum Ballenberg wird laufend erweitert.

Die Ostschweizer Baugruppe im Freilichtmuseum Ballenberg wurde in jüngster Zeit um zwei besonders interessante Objekte bereichert. Östlich des Wilahauses wurde die Knochenstampfe von Knonau wieder aufgebaut; daneben wurde im Sägegebäude von Rafz eine Einfachgattersäge von Elgg eingerichtet. Die beiden ländlichen Einrichtungen wurden bzw. werden so rekonstruiert, dass sie mit dem Wasser eines projektierten Museumsbachs mittels zweier Wasserräder betrieben werden können.

Nur Wasser kann Wasserräder in Bewegung setzen. Ein künstlich angelegter Bach konnte dieses Jahr fertiggestellt werden; er treibt verschiedene Wasserräder an, und zeigt anschaulich, was Wasserkraft zu leisten vermag.

Zwar konnte ein grosser Teil des Museumsbachs bereits finanziert werden. Eine beträchtliche Finanzierungslücke klafft allerdings immer noch. Hier möchte der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband mit seiner Sammlung bei seinen Mitgliedern helfen, diese Lücke zu schliessen.

Walliser Mühlen seit 1987 in Betrieb

Da der Hügelzug des Ballenbergs verkarstet ist und deshalb keine Bäche aufweist, bestanden schon seit der Museumsgründung Pläne, einen künstlich angelegten Bach ins Mu-

seumsgelände einzubetten. Die zahlreichen bis in unser Jahrhundert mit Wasserkraft betriebenen Gewerbeanlagen sollten auch nach ihrer Versetzung ins Freilichtmuseum in Funktion gezeigt werden können.

Ein von G. Ritschard stammendes Projekt wurde unter Mitarbeit einer Arbeitsgruppe Mühlen und Sägen und weiterer Fachleute aus Denkmalpflege und Wasserbau überarbeitet. Da sämtliche Häuser in der Baugruppe ihrer jeweiligen Herkunftsregion wiederaufgebaut werden, kamen die Walliser Mühlen in die Walliser-Kammer beim Eingang Brienzwiler zu liegen. Säge und Knochenstampfe aus dem Kanton Zürich hingegen gehören in die Baugruppe östliches Mittelland. Dies führte zu einer Zweiteilung des ursprünglichen Wasserkonzeptes. Die beiden Walliser Mühlen, eine von Törbel und eine von Naters, mussten durch einen geschlossenen Wasserkreislauf in Betrieb gesetzt werden, der schon seit 1987 funktioniert. Das aus dem Leitungssystem entnommene Wasser wird zuerst in ein oberhalb der Törbler Mühle am Hang gelegenes Reservoir geleitet. Von hier fliesst es mit knapp drei Meter Gefälle durch ein Druckrohr, einen ausgehöhlten Lärchenstamm, auf die zwei horizontalen Wasserräder, deren vertikale Achsen je einen Mahlgang antreiben (sog. Stockmühlen). Das Wasser läuft weiter durch ein offenes Gerinne, eine Suone oder Bisse, wie die im Wallis weitverbreiteten Bewässerungskanäle genannt werden, zur Mühle von Naters, wo es das vertikale Wasserrad oberschlängig antreibt. Es fliesst danach in eine Zisterne, von wo aus es zur Vollendung des Kreislaufes wieder hochgepumpt wird.

